

ARBEITSPHYSIOLOGIE UND ERGONOMIE



GLIEDERUNG

- Ziel der Arbeitsphysiologie
- Definition und geschichtliche Entwicklung
- Was versteht man genau unter Arbeitsphysiologie? konkrete Anwendungen
- Aspekte arbeitsphysiologischer Forschung
- Unterschied Belastung - Beanspruchung
- Definition Ergonomie



ZIEL DER ARBEITSPHYSIOLOGIE

aus Letzel · Nowak – Handbuch der Arbeitsmedizin – 1. Erg. Lfg. 3/07

- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für die Bewertung und die humane Gestaltung des Systems
„Arbeit – Gesundheit – Leistung“
- Fundament für die praktisch handelnde Arbeitsmedizin und die gestaltende Ergonomie
- Arbeitsphysiologie untersucht und bewertet mit empirischen Methoden im Laboratorium und am realen Arbeitsplatz die Auswirkungen von Belastungen auf die individuelle Beanspruchung des tätigen Menschen im Hinblick auf die **akuten** Reaktionen und die **chronischen** Folgen
- sie schafft die wissenschaftlichen Grundlagen für
 - die Beurteilung der **Arbeitsfähigkeit**
 - eine nachhaltige **Gesundheitsförderung**
 - die Gestaltung **effizienter Arbeitssysteme**



DEFINITION ARBEITSPHYSIOLOGIE

- aus Wikipedia: „**Arbeitsphysiologie**, auch Leistungsphysiologie genannt, ist ein klassisches Teilgebiet der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. Die Arbeitsphysiologie befasst sich mit den physiologischen Funktionen des menschlichen Organismus, dessen Leistungsfähigkeit und -grenzen bei der vom Menschen verrichteten Arbeit.“



- 1910 entwickelte Jules Amar (1879–1935) als Arbeitsphysiologe und Ergonom erste Prothesen und erstellte Schulungsprogrammen für die berufliche Wiedereingliederung von Kriegsversehrten
- 1912 Gründung eines Instituts zur Erforschung der Physiologie, Pathologie und Hygiene der geistigen und körperlichen Arbeit an der Universität Berlin (Rubner)
- Max Rubner (1854 – 1932) und Edgar Atzler (1887 – 1938)
- Atzler erst Leiter des sportphysiologischen Laboratoriums der Deutschen Hochschule für Leibesübungen in Berlin; unter seiner Leitung wurde das Institut 1929 nach Dortmund mit einer Außenstelle für Sportphysiologie in Münster verlegt. Die Abteilung in Münster gewährleistete die Anbindung an eine Universität.
- Mit der Verlegung nach Dortmund wurde den Bedürfnissen der im Ruhrgebiet ansässigen Schwerindustrie und ihren arbeitsphysiologischen Problemen schwerer körperlicher Arbeit unter ungünstigen Umgebungsbedingungen Rechnung getragen.



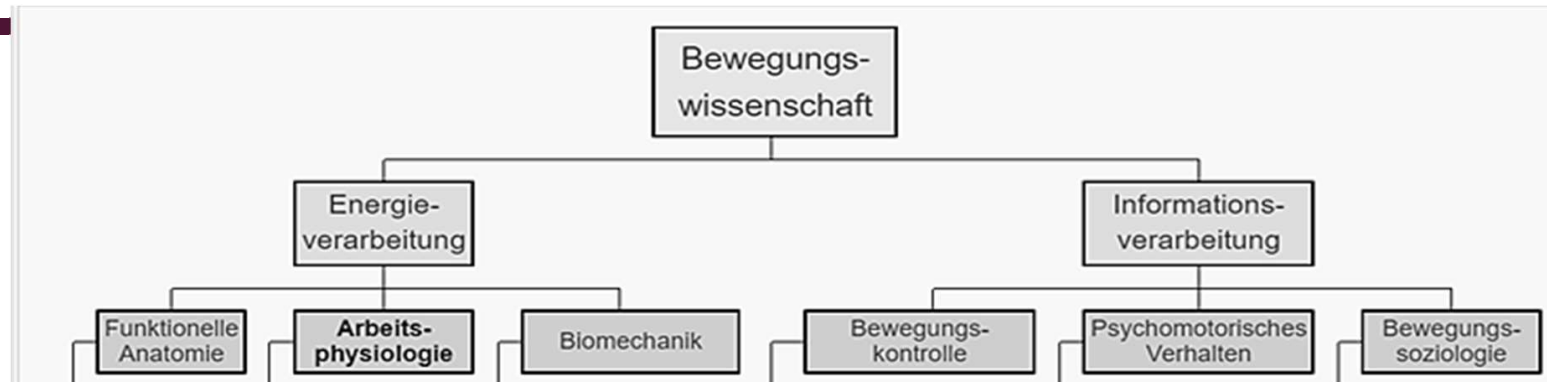
- nach dem Krieg Wiederaufbau und Benennung als Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie
- in der Arbeitsphysiologie (Dauerleistung) stand die körperliche Arbeit zunächst im Vordergrund
- 2009 Umbenennung in das heutige Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Universität Dortmund (IfADo)
- Die Arbeits**psychologie** war erst nur ein integrierter Teil.
Das IfADo hat jetzt vier Schwerpunktbereiche: Ergonomie, Immunologie, Psychologie/ Neurowissenschaften und Toxikologie
- Aktuell haben die skandinavischen Länder international eine führende Rolle in der arbeitsphysiologischen Forschung und in der praktischen Umsetzung arbeitsphysiologischer Forschungsergebnisse.

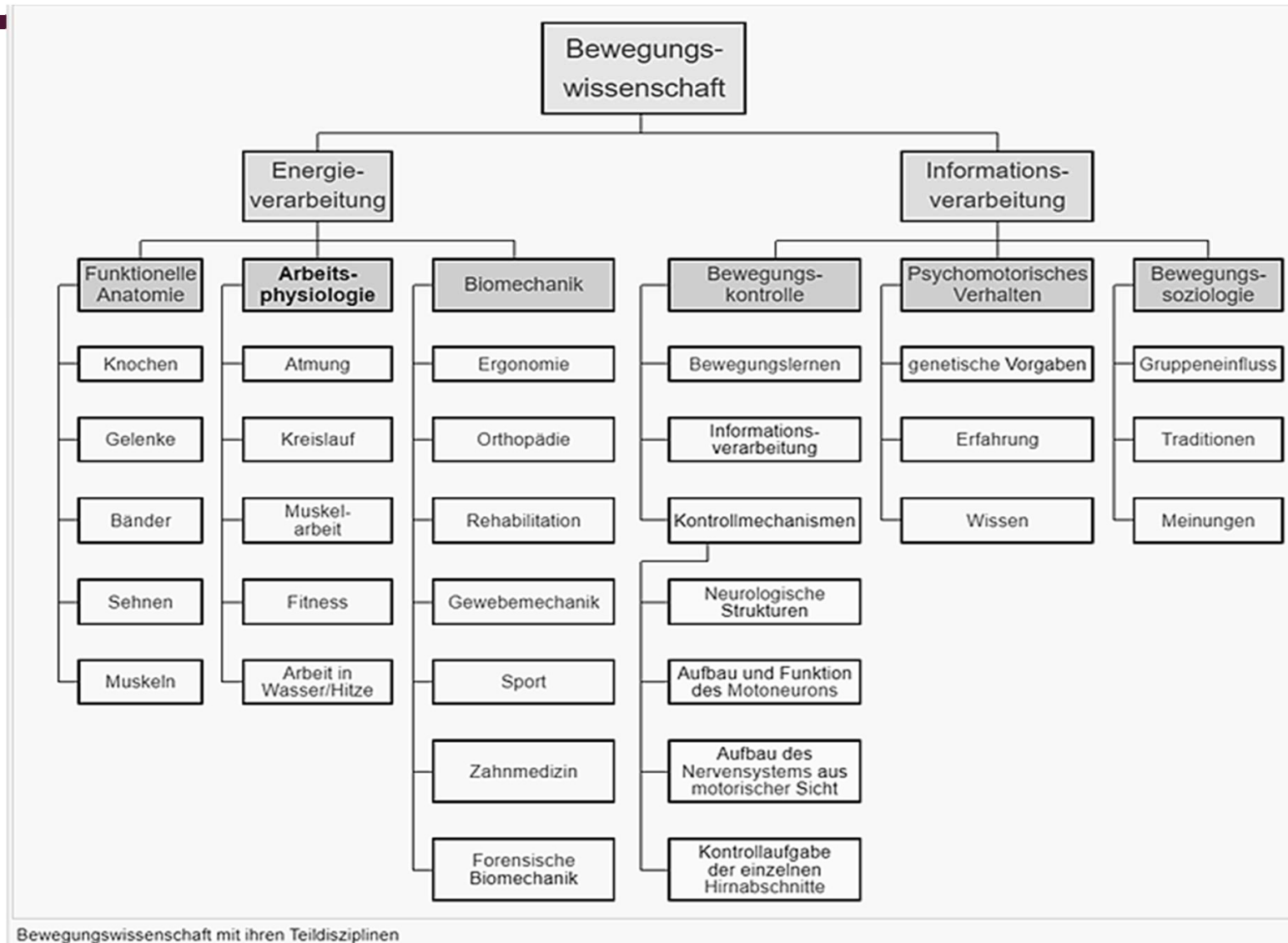


- moderne Arbeitsphysiologie ist ein interdisziplinäres Forschungsfeld
 - medizinische Wissenschaften
 - Ingenieur-, Neuro- und Verhaltens-Wissenschaften
 - Präventionsaspekte stehen jetzt im Vordergrund
 - moderne Ergonomie beachtet zunehmend Mensch-Maschine-Schnittstellen und deren sinnesphysiologischen sowie psychophysischen Aspekten („Human Factors“)



ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER ARBEITSPHYSIOLOGIE





ARBEITSGEBIETE DER ARBEITSPHYSIOLOGIE

- Erfassung von Belastung, Beanspruchung und Leistung des tätigen Menschen mit naturwissenschaftlichen Methoden (**Leistungsfähigkeit**)
- Beurteilung und Förderung der **Arbeitsfähigkeit** im **Generellen**
- Beurteilung und Förderung der **individuellen Arbeitsfähigkeit** und **Befähigung**
- Schaffung von Grundlagen für nachhaltige Maßnahmen der **Gesundheitsförderung** und Verhinderung von Krankheiten
- menschengerechte Gestaltung von Arbeitssystemen (die praktische Umsetzung beinhaltet dann die Ergonomie)



FORSCHUNGSGEBIETE DER ARBEITSPHYSIOLOGIE

- Energieumsatz und muskuloskeletale Belastung bei körperlicher Tätigkeit (Åstrand et al. 2003, LaDou 2004)
- Anpassung an kaltes und heißes Klima mit hohem Energieverlust an die Umgebung bzw. hohem Energieeintrag aus der Umgebung
- Der Aufenthalt bei niedrigem Sauerstoffdruck (Höhenphysiologie) oder erhöhtem Luftdruck bei Caisson-Arbeit unter Wasser sowie bei Tunnelbauten
- energetische Wirkung von Lärm am Arbeitsplatz ist weiterhin ein Problem (Schmidt et al. 2005, Ulmer 1985)



ANWENDUNGSGEBIETE DER ARBEITSPHYSIOLOGIE

- **Biomechanische Beanspruchungen**, Messung durch Mechanorezeptoren; mittels Oberflächen-Elektromyogramm kann statische und dynamische Beanspruchung einzelner Muskeln ermittelt werden, indem eine aktuell aufgebrachte Kraft mit der maximalen Kraft des Muskels in Beziehung gesetzt wird; neu auch mit Beschleunigungsrezeptoren Belastung der Muskeln messbar
- **Beanspruchung des Kreislaufsystems** bei physischer, mechanischer Arbeit kann mittels Pulsrate direkt bestimmt werden. Zusätzlich kann eine Dauerleistungspulsrate abgeleitet werden, die ein Arbeiten ohne Pause über längere Zeit erlaubt; daraus dann Ableitung von günstigen Pausen/ Erholungsphasen mgl.
- komplexer wird es bei Beurteilung der **Gesamtbeanspruchung**, z.B. wie können Beanspruchungswerte des Kreislaufs zusammengeführt werden, die aus physischer, thermischer und emotionaler Belastung resultieren
- weiteres Problem bei **chronischen Beanspruchungsfolgen**; minimale Beanspruchungen, die kurzzeitig keine bedeutsame Beanspruchungsreaktion bewirken, können langfristig möglicherweise zu Schäden führen; Modelle zur Abschätzung vorhanden (Lärm über 85 dB(A))



VERÄNDERTE ASPEKTE DER ARBEITSPHYSIOLOGIE (1)

- zu Beginn physische Belastungen im Vordergrund (Produktion)
- durch zunehmende technische Unterstützung (Automatisierung) und Ausbau des Dienstleistungssektors verändern sich Arbeitsanforderungen
- **psychomentale** und **sensomotorische** Belastungen nehmen zu
- psychomentale Fähigkeiten und Beanspruchungsreaktionen müssen erforscht werden
- Probleme moderner Arbeit werden weniger vom Energieeinsatz als von der zu **verarbeitenden Information** bestimmt
- Einfluss individueller Faktoren (Konstitution, Disposition) wird mit Älterwerden der arbeitenden Bevölkerung an Bedeutung gewinnen und damit auch die Diagnostik tätigkeitsbezogener Arbeitsfähigkeit
- Vorteil: durch moderne Informationstechnologien erhalten leistungsgewandelte und behinderte Personen eine bessere Teilnahme am Arbeitsleben

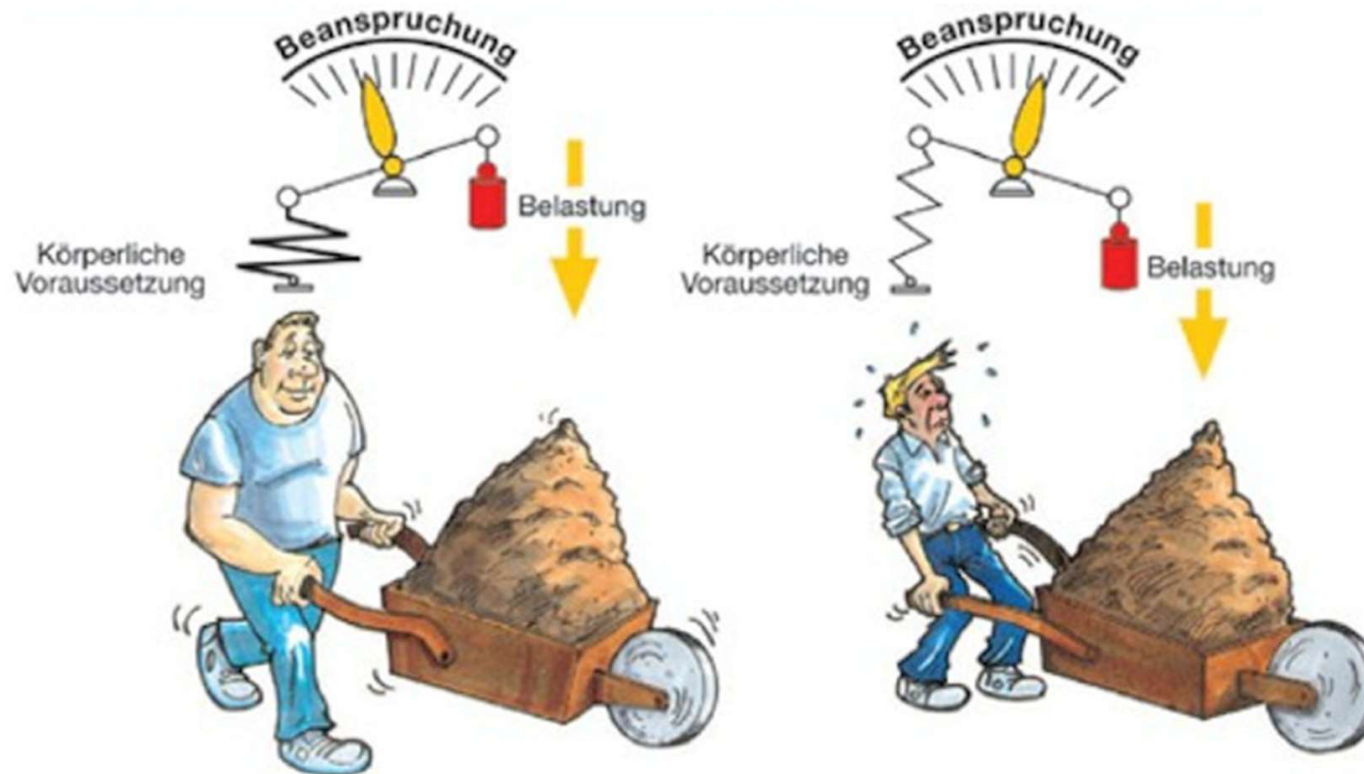


VERÄNDERTE ASPEKTE DER ARBEITSPHYSIOLOGIE (2)

- Stressoren / neue Belastungen im psychosozialen Bereich:
 - mangelnde Anerkennung durch Vorgesetzte
 - drohende Arbeitslosigkeit
 - Arbeitsverdichtung
 - falsch-flexible Arbeitszeiten (ständiges erreichbar sein)
- Problem: weiche Faktoren
- Ergebnisse aus anderen Fachgebieten (Leistungsphysiologie, Sportphysiologie, Biomechanik, Pathophysiologie, Psychophysiologie, Arbeitspsychologie) fließen in die Arbeitsphysiologie mit ein

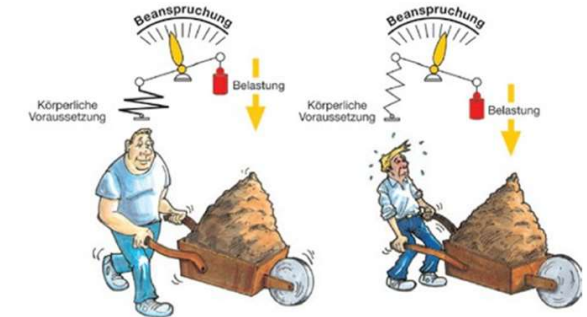


BELASTUNG VS. BEANSPRUCHUNG



BELASTUNG

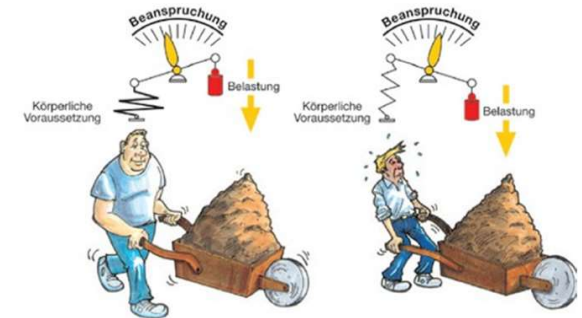
- **Belastung** (objektiv, meistens messbar;
klar mit ja= vorhanden oder nein= nicht vorhanden zu beurteilen)
- Anforderung des eigentlichen Arbeitsauftrags
- zusätzliche Belastungen durch biologische, chemische, physikalische, psychomentele und psychosoziale „Umwelt“-Faktoren
- Jede Belastung führt zu einer Wirkung in biologischen Regelkreisen; Ziel der Arbeitsphysiologie ist es, diese quantitativ zu messen und zu bewerten



Quelle: www.vbg.de

BEANSPRUCHUNG

- **Beanspruchung** (subjektiv, individuell)
- Körper reagiert auf die Gesamtheit der Belastungsfaktoren mit akuten Symptomen oder später auftretenden Beanspruchungsfolgen (chronisch)
- physischer und psychischer Zustand der Person bei Einwirken der Belastung enorm wichtig
- Beanspruchung resultiert aus der individuell geprägten Auseinandersetzung des Menschen (Disposition, Konstitution) mit der Belastung
- ABER! Gestaltung des gesamten Arbeitssystems wichtig, nicht nur Person allein
- nachhaltige Verbesserung von „Belastung – Beanspruchung“ nicht allein auf Anpassung des Menschen („Work Hardening“) beziehen, sondern muss auch eine Veränderung der Verhältnisse des Arbeitssystems beachten



Quelle: www.vbg.de

BELASTUNG-BEANSPRUCHUNGS-MODELL

- entspricht dem „Reiz – Reaktion“-Konzept naturwissenschaftlicher Forschung
- Modell nach Rohmert und Rutenfranz am häufigsten verwendet (Belastung von außen, Beanspruchung im Menschen)
- Beanspruchung aber häufig mehrdimensional
- Partiiell vorhandene Defizite können durch Verlagerung auf andere Fähigkeitsbereiche kompensiert werden; Erfahrung und Übung sind wichtige Faktoren
- z.B. fehlendes Stereosehen im Sehtest; Farbsehschwäche, Knieprobleme bei Gala-Arbeiten (Ausgleich runder Rücken)
- kognitive Fähigkeiten beeinflussen Verhalten: durch persönliche Wahrnehmung von „**erlebter Beanspruchung**“ und Arbeitserfolg wird das Arbeitssystem ungeplant verändert; durch individuell begründetes „Fehlverhalten“ kann die **messbare Beanspruchung** ungewollt **erhöht** werden
- Bio-feed-back kann dann zur Unterstützung der Verhaltensänderungen eingesetzt werden
- der arbeitende Mensch wird immer versuchen, das System aufgrund der „erlebten Beanspruchung“ zu optimieren





PSYCHISCHE BELASTUNG UND BEANSPRUCHUNG

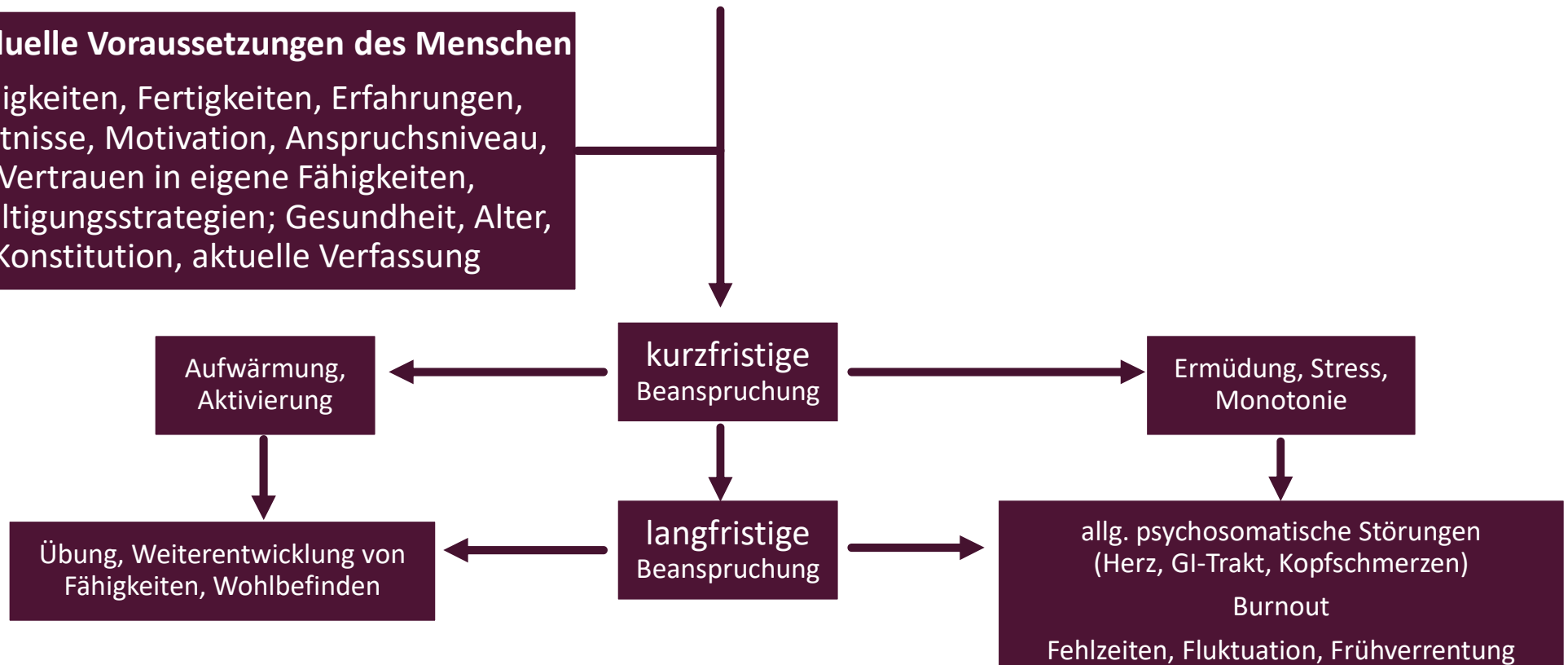
- Gefährdungsbeurteilung soll nicht nur physische Belastungen erfassen, sondern auch psychische (Pflicht seit 2013 lt. ArbSchG)
- **psychische Belastung:** Gesamtheit aller erfassbarer Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken
- **psychische Beanspruchung:** die unmittelbare (nicht langfristige) Auswirkung der psych Belastg. im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen überdauernden augenblicklichen Voraussetzungen, einschließlich der individuellen Bewältigungsstrategien

Einflüsse aus der Arbeit

Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung (physikalisch, sozial),
Arbeitsorganisation/ Arbeitsablauf, Arbeitsmittel,
Arbeitsplatz

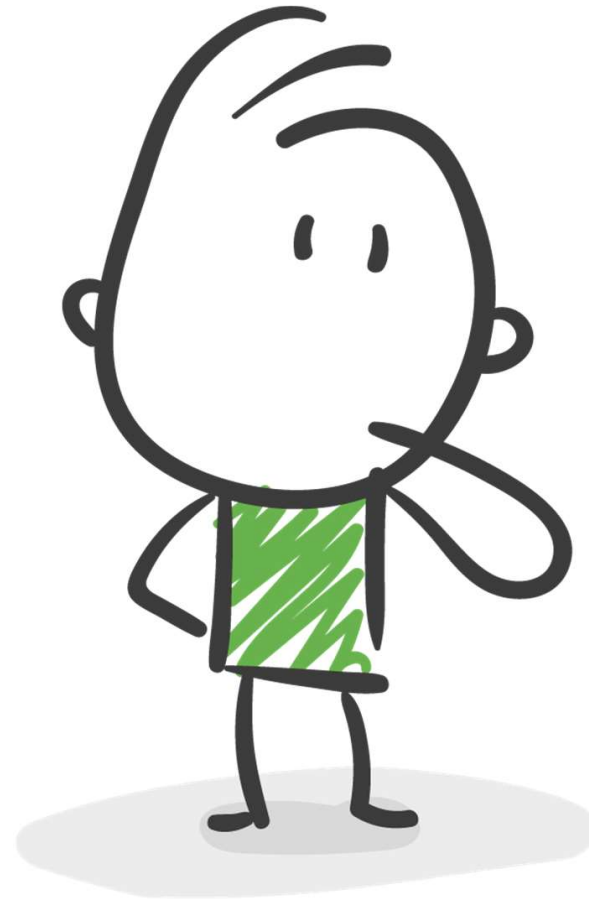
Individuelle Voraussetzungen des Menschen

Fähigkeiten, Fertigkeiten, Erfahrungen,
Kenntnisse, Motivation, Anspruchsniveau,
Vertrauen in eigene Fähigkeiten,
Bewältigungsstrategien; Gesundheit, Alter,
Konstitution, aktuelle Verfassung



ZWISCHENSTOPP...

■ Haben Sie Fragen?



DEFINITION ERGONOMIE

- von altgriechisch ἔργον *ergon*, deutsch: ‚Arbeit‘, ‚Werk‘, und νόμος *nomos*, deutsch: ‚Regel‘, ‚Gesetz‘
- aus Wikipedia: ... ist die Wissenschaft von der Gesetzmäßigkeit menschlicher bzw. automatisierter Arbeit
- Ziel der Ergonomie:
- Arbeitsbedingungen, Arbeitsablauf, zu greifenden Gegenstände räumlich und zeitlich optimiert anzuordnen
- Arbeitsergebnis (qualitativ und wirtschaftlich) soll optimal werden
- die arbeitenden Menschen sollen möglichst wenig ermüden oder gar geschädigt werden
- sogar bei langjähriger Arbeit
- -> Arbeit soll menschengerecht sein (angepasst an physiologische Voraussetzungen)



ZIELE DER ERGONOMIE

- Nutzbarkeit der menschlichen Umgebung soll **optimiert** werden
- Haushaltsprodukte, Werkzeuge und Maschinen sollen **handhabbarer** und **komfortabel** nutzbarer werden erreicht
- ergonomische Arbeitsgestaltung soll ein **effizientes und fehlerfreies Arbeiten** ermöglichen
- soll Menschen **vor Gesundheitsschäden schützen**, auch bei langfristiger Ausübung einer Tätigkeit; (präventiver Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit)



ERGONOMIEFORMEN

- **Produktergonomie**
- **Produktionsergonomie**
- müssen beide beachtet werden, z.B. bei Arbeitsmittelgestaltung muss Arb.umgebung und –aufgabe bedacht werden
- Bindeglied zwischen Arbeit, Technik und Mensch (Biologie)
- **Systemergonomie**; Mensch-Maschine-Schnittstelle (Aufteilung der Arbeit, Informationsbedarf für den Nutzer,...)
- **Software-Ergonomie**, Anwenderfreundlichkeit, Gebrauchstauglichkeit
- neben der **physikalischen** und **kognitiven Ergonomie**, gibt es auch noch die **organisatorische Ergonomie**
(z.B. Sitzordnung in Klassenräumen zur Optimierung der Effizienz der interpersonellen Kommunikation)



UNGENÜGENDE ERGONOMIE

- kann Überlastung von humanen Systemen verursachen (physisch und mental)
- Überforderung des Muskel-Skelett-Systems z.B. bei Heben, Tragen, Ziehen oder Schieben von Lasten, Arbeiten in Zwangshaltungen, sich ständig wiederholenden Tätigkeiten, Arbeiten mit hohem Kraftaufwand
- Unterforderungen z.B. durch Bewegungsmangel durch dauerhaft sitzenden Haltung (Büroarbeiten, Fahrtätigkeiten)
- durch schlechte Handhabbarkeit, Erreichbarkeit oder auch Überlastungen können Ausweichbewegungen entstehen, die ihrerseits gesundheitliche Beschwerden auslösen



MESSEN DER BELASTUNGEN

- CUELA (Computer-Unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) vom IFA entwickelt; personengebundenes Messsystem zur Erfassung von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems unter realen Arbeitsbedingungen
- Auswertung der Messdaten erfolgt nach arbeitswissenschaftlichen und biomechanischen Bewertungskriterien
- Aussagen über notwendige Maßnahmen zur Vermeidung berufsbedingter Gesundheitsgefahren sind dann möglich



ERGONOMIE - PFLICHT ODER KÜR?

- Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (9. ProdSV) hat jetzt eigenen Unterpunkt Nr. 1.1.6 „Ergonomie“
- früher eher pauschale Forderung der „Nutzerfreundlichkeit“ wird konkretisiert
- **Belästigung, Ermüdung** und **psychische Belastungen** bei der Benutzung von Maschinen müssen auf ein Minimum reduziert werden
- vier Hauptbereiche, die beachtet werden sollen:
 - Prozessbeobachtung und Maschinenbeleuchtung
 - Mensch-Maschine-Schnittstelle
 - Maßliche Gestaltung der Maschine
 - Arbeitsschwere



SPEZIFISCHE THEMEN DER ERGONOMIE

- Leistungsvoraussetzungen des Menschen (Größe, Geschlecht, Kenntnisstand, Erfahrungen, Händigkeit, Alter, Tagesgang der Leistungsfähigkeit, Behinderungen...)
- Schnittstelle Mensch-Technik (Sitz-Steharbeitsplätze, Wirk- und Greifräume, Anzeigen, Stellteile,...)
- Arbeitsumgebung (Klima, Beleuchtung, Farbgestaltung, Lärm)
- Muskel-Skelettbelastungen
- Arbeitszeit, Schichtplanung, Exoskelette, psychische Belastung





Bild 1/2: Rechtshänder-Schieblehre: Handhabung bei Links- bzw. Rechtshändigkeit (Fotos: C. Kohlhöfer, BGHM)





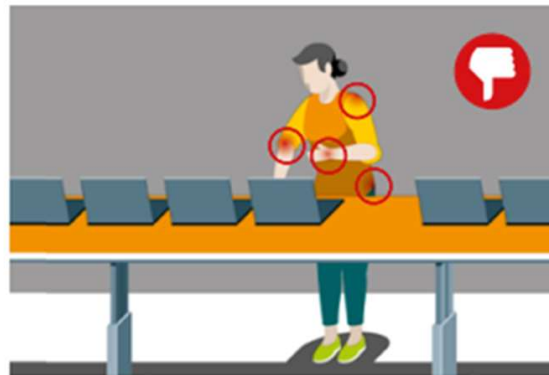
Ungünstige Körperhaltung



Schlechte Arbeitsumgebung (Klima, Lärm, Beleuchtung, Vibration ...)



Zeitdruck



Monotone Bewegungsabläufe

Quelle: BGETEM „Tipps für ergonomische Gestaltung von Montagearbeitsplätzen“





Von Reinhard Dietrich - Eigenes Werk, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10492934>

da wird's schwierig mit der Ergonomie ...



Von Bundesarchiv, Bild 102-08325 / CC-BY-SA 3.0, CC BY-SA 3.0 de,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5480159>



■ Ihre Fragen, bitte!